

Pengaruh Kondisi Eksisting dan Kemiringan Lereng Terhadap Stabilitas Lereng Menggunakan Metode *Linear Discriminant Analysis*

Fajar Yudha Pratama¹, I Nengah Sinarta^{2*}, Ni Made Widya Pratiwi³

^{1,2,3}Universitas Warmadewa, Indonesia

**email*: inengahsinarta@warmadewa.ac.id

Info Artikel

Dikirim: 3 September 2023

Diterima: 14 April 2024

Diterbitkan: 31 Mei 2024

Kata kunci:

Metode diskriminan;

Lereng;

Stabilitas Lereng;

Prediksi longsor;

ABSTRAK

Longsor merupakan bencana alam yang sering terjadi dan dapat menyebabkan kerugian besar. Oleh karena itu, prediksi keruntuhan lereng sangat penting untuk mencegah kejadian tersebut, seperti yang dilakukan pada lereng di Desa Trunyan, Kecamatan Bangli, Bali. Untuk memprediksi kerawanan lereng di daerah ini, digunakan metode Linear Discriminant Analysis pada 40 titik lereng dengan dua variabel, yaitu kondisi eksisting lereng dan kemiringan lereng, yang mencakup 40,7 persen dari total faktor yang mempengaruhi stabilitas lereng. Hasil analisis menunjukkan bahwa 28 dari 40 titik lereng, atau 70 persen, terindikasi berpotensi longsor. Nilai Wilks' Lambda yang rendah, yaitu 0,593, dan tingkat signifikansi di bawah 0,01 menunjukkan bahwa hasil penelitian ini valid. Analisis ini menunjukkan bahwa kondisi eksisting dan kemiringan lereng memiliki pengaruh signifikan terhadap stabilitas lereng dan dapat dijadikan indikator dalam evaluasi risiko longsor.

1. PENDAHULUAN

Longsor merupakan bencana alam kedua yang paling sering terjadi di dunia [1] ini terjadi karena turunnya stabilitas lereng akibat pergerakan massa tanah atau batuan, pergerakan ini biasanya dipicu oleh berbagai hal seperti curah hujan yang tinggi [2], [3], [4], [5], kemiringan lereng yang cukup terjal [6], [7], Vegetasi yang kurang rapat [8], kegiatan manusia seperti pembangunan atau pemotongan lereng [9] dan lain lain. Jika tidak ditangani dengan baik, longsor dapat mengakibatkan kerugian, baik berupa ekonomi maupun sosial [10]. Untuk itu perlu dilakukan analisis guna menentukan metode penanganan yang tepat agar tidak menimbulkan kerugian,

Faktor-faktor yang mempengaruhi longsor dapat diketahui dengan menggunakan Analisis diskriminan. Analisis diskriminan merupakan suatu metode untuk mengelompokkan suatu sampel menjadi dua atau lebih kelompok [11], Beberapa studi sebelumnya yang menganalisis lereng dengan metode statistik seperti pada analisis Mulugeta, T dan Yuvaraj. R.M yang menggunakan metode frequency ratio dengan sampel tanah longsor terhadap seluruh area pemetaan untuk mencari kerawanan longsor pada suatu daerah [12], [13], juga pada analisis Poddar, I yang menganalisis kerawanan gempa menggunakan fungsi *Evidential Belief Function* (EBF) yang ampuh digunakan saat pengambilan keputusan dalam ketidakpastian [14]. Analisis ini pernah digunakan oleh peneliti sebelumnya dengan menggunakan turunan analisis diskriminan yaitu "*kernel-based fisher discriminant analysis*" untuk memetakan kerawanan gempa pada sungai Qinggan Delta di China [15], dengan konsep yang sama dengan *unstandardized linear discriminant analysis* namun berbeda dengan pendekatannya, *kernel-based analysis* menggunakan pendekatan non-linier sedangkan *unstandardized discriminant analysis* menggunakan pendekatan linier.

Analisis diskriminan linear (LDA) menggunakan klasifikasi yang simple dan waktu proses yang singkat dengan interpretasi yang mudah cocok digunakan pada dataset sampel yang sedikit atau terbatas guna menghindari *overfitting* [16].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada jalan Trunyan, Desa Bangli, Bali, analisis ini dimulai dengan mengambil potongan cross section dari lereng tinjauan yang diambil dengan membagi lereng setiap jarak 25meter dengan data sebagai berikut



Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Pengambilan Cross-section pada lereng

Penelitian ini menggunakan 3 variabel dengan 1 variabel dependen dan 2 variabel independen yang dimana variabel dependennya adalah safety factor, yang dianalisis menggunakan metode bishop yang dibantu dengan menggunakan aplikasi *slope/w* dengan syarat keamanan lereng oleh bowless [17], [18]

$SF < 1,07$ = Lereng tidak stabil
 $1,07 < SF < 1,25$ = Lereng dalam keadaan kritis
 $SF > 1,25$ = Lereng stabil

Variabel independennya adalah kondisi perkuatan eksisting lereng dan kemiringan lereng. Variabel kondisi eksisting perkuatan lereng menggunakan skor 1-10 untuk mempresentasikan kekuatannya. Sedangkan variabel kemiringan lereng menggunakan standar nilai skor dari SK Menteri Pertanian No.837/Kpts/Um/11/1980. Sebagai berikut

Tabel 1. Skor kemiringan lereng

Kelas	Kelerengan (Persen)	Klasifikasi	Nilai skor
I	0-8	Datar	20
II	8-15	Landai	40
III	15-25	Agak curam	60
IV	25-40	Curam	80
V	>40	Sangat curam	100

Data kontur di export dari global mapper untuk mengetahui kemiringan dan safety factor dari lerengya dengan contoh sebagai berikut.



Gambar 3. Potongan Lereng pada STA +0.000 s/d STA +1.000

Untuk mengetahui data *safety factor* pada STA tersebut digunakan geostudio Slope/w, dengan menggunakan data parameter yang telah didapat pada uji laboratorium sebelumnya dari sumber jurnal yang telah ada, karena dari sepuluh tahun terakhir.

Tabel 2. Sifat fisik dan mekanik parameter tanah uji

Depth (m)	Soil	W (%)	Gs	γ_b (kN/m ³)	C (kN/m ²)	ϕ (°)	K (cm/s)
Borehole B1							
0-2,5	Silty Sand	22,12	2,65	16,8	8,30	30,45	2,23.10 ⁻⁵
2,5-6	Clay Silt	32,18	2,74	21,5	24,65	32,34	2,34.10 ⁻⁵
>6	Breccia	41,56	2,64	19,4	21,80	45,13	0,06.10 ⁻⁵
Borehole B2							
0-2,5	Silty Sand	25,57	2,65	16,8	8,30	30,45	2,23.10 ⁻⁵
2,5-6	Clay Silt	32,00	2,74	21,5	24,65	32,34	2,34.10 ⁻⁵
>6	Breccia	40,80	2,64	19,4	21,80	45,13	0,06.10 ⁻⁵

Sumber:[19]

Jika disimpulkan dalam tabel, untuk penjelasan ketiga variabel tersebut adalah seperti berikut:

Tabel 3. Variabel penelitian analisis diskriminan

Kode	Variabel	Syarat
Y	Safety Factor	Jika SF > 1,07 maka Y = 0, dan SF < 1,07 maka Y = 1
X1	Perkuatan eksisting lereng	Skala kekuatan/ kerapatan (1-10)
X2	Kemiringan lereng	Interpolasi dari nilai kemiringan lereng

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengambilan sampel dan analisis dengan menggunakan aplikasi didapat data sebagai berikut

Tabel 4. Rekapitan Analisis skor analisis diskriminan

Cross section	Skor lereng eksisting		
	Safety factor	Perkuatan eksisting	Kemiringan lereng
STA +0.025	1	8	76.00
STA +0.050	1	7	78.67
STA +0.075	1	7	76.00
STA +0.100	1	6	77.33
STA +0.125	1	6	76.00
STA +0.150	1	5	78.67
STA +0.175	1	6	76.00
STA +0.200	1	5	76.00
STA +0.225	1	5	77.33
STA +0.250	1	7	77.33
STA +0.275	1	7	77.33
STA +0.300	0	9	74.67
STA +0.325	1	7	77.33
STA +0.350	1	7	77.33
STA +0.375	1	8	77.33
STA +0.400	1	8	77.33
STA +0.425	1	7	77.33
STA +0.450	1	7	76.00
STA +0.475	1	7	77.33
STA +0.500	1	7	77.33
STA +0.525	1	7	77.33
STA +0.550	1	7	76.00
STA +0.575	1	6	78.67

Cross section	Skor lereng eksisting		
	Safety factor	Perkuatan eksisting	Kemiringan lereng
STA +0.600	0	9	78.67
STA +0.625	0	9	78.67
STA +0.650	0	7	74.67
STA +0.675	0	7	74.67
STA +0.700	0	7	74.67
STA +0.725	0	8	73.33
STA +0.750	0	6	73.33
STA +0.775	0	6	73.33
STA +0.800	1	8	78.67
STA +0.825	1	5	78.67
STA +0.850	1	7	76.00
STA +0.875	1	7	78.67
STA +0.900	1	5	77.33
STA +0.925	1	4	78.67
STA +0.950	1	5	76.00
STA +0.975	1	6	78.67
STA +1.000	1	8	80.00

Setelah didapat data yang ada, selanjutnya data dianalisis dengan menggunakan aplikasi IBM SPSS 27 dengan metode analisis diskriminan *unstandardized* yang akan dijelaskan lebih rinci pada subbab berikut.

3.1 Test Equality Group of Mean

Tabel 5. Tests Equality Group of Means

Tests of Equality of Group Means					
	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
Perkuatan Eksisting	.864	5.970	1	38	.019
Kemiringan Lereng	.622	23.129	1	38	.000

Dengan nilai sig. kurang dari 0,05 seperti yang ditunjukkan pada [Tabel 5], pada kedua variabel terbentuk dari grup yang berbeda.

3.2 Korelasi kanonikal

Tabel 6. Korelasi Kanonikal

Eigenvalues				
Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	.686 ^a	100.0	100.0	.638

a. First 1 canonical discriminant functions were used in the analysis.

Korelasi pada [Tabel 6] ini mengindikasikan bahwa ada $(0,686^2 = 40,7\text{persen})$ variabel dependen dapat dijelaskan oleh variabel- variabel independen yang diteliti, 59,3persen yang tidak termasuk merupakan variabel yang tidak diteliti namun mempengaruhi hasil.

3.3 Uji Wilks' Lambda

Tabel 7. Uji korelasi Wilks' Lambda
Wilks' Lambda

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1	.593	19.328	2	.000

Pada [Tabel 7] nilai Chi-Square 19.328 dengan Sig. 0,00. Hal ini berarti bahwa perbedaan yang signifikan (nyata) antar kedua group. Pada model diskriminan. Jadi dengan demikian perilaku responden memang benar-benar berbeda.

3.4 Koefisien kanonikal

Tabel 8. Koefisien kanonikal
Canonical Discriminant Function Coefficients

	Function
	1
Perkuatan Eksisting	-.303
Kemiringan Lereng	.715
(Constant)	-52.925

Unstandardized coefficients

Hasil pada [Tabel 8] menunjukkan fungsi diskriminan dari hasil analisis.

$$Z = -52.925 - 0.303(x_1) + 0.715(x_2)$$

3.5 Fungsi Pada Pusat Grup

Tabel 9. Fungsi pada pusat grup
Functions at Group Centroids

<i>Safety factor</i>	Function
	1
0	-1.498
1	.435

Unstandardized canonical discriminant functions evaluated at group means

Pada [Tabel 9] ini melihat perbedaan dari kedua grup yang dimana N "0" = 9 dan N"1" = 31 = 40 sehingga $(0.435 \times 31 - 1.498 \times 9) = 0$

3.6 Hasil Klasifikasi

Tabel 10. Hasil Klasifikasi
Classification Results^a

	<i>Safety factor</i>	Predicted Group Membership		Total
		0	1	
Original	Count	0	1	9
		7	2	31
	%	0	1	100.0
		77.8	22.2	100.0
		1	0	100.0
		16.1	83.9	100.0

a. 82.5% of original grouped cases were correctly classified.

Dari [Tabel 10] didapatkan hasil bahwa 28 sampel dari total populasi dinyatakan runtuh sedangkan 12 tidak. Dengan prediksi pengelompokan grup berada pada angka 82.5 persen, dapat disimpulkan bahwa data yang digunakan layak untuk digunakan.

Dari analisis yang telah dilakukan pada lereng yang ada di jalan Trunyan, Desa Bangli, Bali, kemiringan lereng dan kondisi kekuatan eksisting lereng hanya mengambil 40,7% dari total variabel yang mempengaruhi faktor yang menjadi penyebab terjadinya longsor. Masih ada 59,3% dari total variabel yang masih belum tercantum yang dapat dikembangkan pada penelitian berikutnya.

4. KESIMPULAN

fungsi diskriminan yang diuji mampu secara signifikan membedakan antara kelompok-kelompok dalam data. Nilai Wilks' Lambda yang relatif kecil (0.593) dan nilai p yang sangat signifikan (kurang dari 0.001) menunjukkan bahwa model diskriminan memiliki kemampuan yang baik dalam mengklasifikasikan sampel observasi ke dalam kelompok-kelompok yang berbeda membuat analisis ini layak dan akurat. Dari hasil klasifikasi yang ada, dari total 40 sampel, diprediksi dengan menggunakan 40,7 persen variabel yang diteliti berpengaruh, ada 28 sampel lereng diantaranya akan runtuh atau sebesar 70 persen.

Dengan adanya analisis diskriminan untuk mengidentifikasi potensi longsor dapat meningkatkan ke akuratan tindak pencegahan yang akan dilakukan guna mengurangi resiko dan dampak longsor seperti dengan memasang tanda bahaya dan pemasangan DPT disekitar lereng yang sudah rawan terjadinya gempa.

Variabel lain dapat ditambahkan seperti kepadatan penduduk, curah hujan atau getaran seismik untuk penelitian berikutnya guna meningkatkan nilai faktor yang berpengaruh pada penyebab terjadinya longsor.

REFERENSI

- [1] M. Bagheri-Gavkosh *et al.*, "Land subsidence: A global challenge," *Science of The Total Environment*, vol. 778, Jul. 2021.
- [2] D. Yogaswara and T. A. Herwina, "Analisis Stabilitas Lereng Terhadap Kelongsoran (Studi Kasus Di Jalan Raya Bandung-Garut Desa Ciherang Kecamatan Nagreg)," *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, vol. 6, no. 3, Sep. 2023, doi: 10.24815/jarsp.v6i3.31751.
- [3] J. A. Susetyo, S. Astutik, F. A. Kurnianto, E. A. Nurdin, and E. I. Pangastuti, "Pemetaan Daerah Rawan Bencana Tanah Longsor di Wilayah Kecamatan Silo Kabupaten Jember," *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 21, no. 4, pp. 861–869, Sep. 2023, doi: 10.14710/jil.21.4.861-869.
- [4] I. N. Sinarta, A. Rifa'i, T. Faisal Fathani, and W. Wilopo, "Spatial Analysis of Safety Factors due to Rain Infiltration in the Buyan-Beratan Ancient Mountains," *PraiseWorthyPrize*, vol. 11, no. 2, Mar. 2020.
- [5] I. N. Sinarta, P. Aryastana, K. W. Candrayana, and I. K. A. Sudewa, "Influence Of Grassroots On The Stability Of Slopes: Experimental Modelling And Numerical Analysis," *International Journal of GEOMATE*, vol. 26, no. 113, pp. 1–9, 2024, doi: 10.21660/2024.113.4189.
- [6] E. I. Goma, Sunimbar, and I. S. Angin, "Analisis Geologi Kejadian Longsor Di Desa Wolotolo Kecamatan Detusoku Kabupaten Ende," *JPG (Jurnal Pendidikan Geografi)*, vol. 9, no. 2, Sep. 2022, doi: 10.20527/jpg.v9i2.13471.
- [7] S. Çellek, "Effect of the Slope Angle and Its Classification on Landslide," *Natural Hazard and Earth System Sciences*, May 2020.
- [8] D. Kurniawati, I. Meviana, and N. L. Setyowati, "Identifikasi Karakteristik Dan Faktor Pengaruh Pada Bencana Longsor Lahan Di Kecamatan Dau," *Jurnal Swarnabumi*, vol. 7, no. 2, p. p-issn, Aug. 2022.
- [9] S. Maddalwar *et al.*, "A global perspective on a bioengineering approach to landslide mitigation using bamboo diversity," Aug. 01, 2024, *Elsevier B.V.* doi: 10.1016/j.bamboo.2024.100093.
- [10] N. L. Khomariyah, S. Astutik, and B. Apriyanto, "Penggunaan SIG Untuk Pemetaan Mitigasi Bencana Banjir di Desa Sidorejo Kecamatan Rowokangkung Kabupaten Lumajang," *Majalah Pembelajaran Geografi*, vol. 5, no. 1, pp. 26–32, Jun. 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/PGEO>

- [11] M. Ali, M. M. Aslam, and M. A. B. Jaffar, "Selection of mungbean (*Vigna radiata* L.) mutants with respect to seasonal variation of summer and spring using discriminant function analysis," *Heliyon*, vol. 10, no. 10, May 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e31331.
- [12] T. Mulugeta, L. Shano, and M. Jothimani, "Landslide susceptibility modeling in the Kulfo river catchment, rift valley, Ethiopia: An integrated geospatial and statistical analysis," *Quaternary Science Advances*, vol. 14, Jun. 2024, doi: 10.1016/j.qsa.2024.100191.
- [13] R. M. Yuvaraj and B. Dolui, "Geographical assessment of landslide susceptibility using statistical approach," *Quaternary Science Advances*, vol. 11, Jul. 2023, doi: 10.1016/j.qsa.2023.100097.
- [14] I. Poddar and R. Roy, "Application of GIS-based data-driven bivariate statistical models for landslide prediction: a case study of highly affected landslide prone areas of Teesta River basin," *Quaternary Science Advances*, vol. 13, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.qsa.2023.100150.
- [15] S. He, P. Pan, L. Dai, H. Wang, and J. Liu, "Application of kernel-based Fisher discriminant analysis to map landslide susceptibility in the Qinggan River delta, Three Gorges, China, *Geomorphology*," *Elsevier Geomorphology*, vol. 171–172, pp. 30–41, Oct. 2012.
- [16] L. Qu and Y. Pei, "A Comprehensive Review on Discriminant Analysis for Addressing Challenges of Class-Level Limitations, Small Sample Size, and Robustness," Jul. 01, 2024, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/pr12071382.
- [17] R. R. Djunaedi, "Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi (Studi Kasus: Sdn Lio, Kecamatan Cireunghas)," *Jurnal Student Teknik Sipil Edisi*, vol. 1, no. 2, 2020.
- [18] S. N. Nasution, S. Rachman, and H. Pramudito, "Slope stability analysis using bishop method and kinematic analysis," *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 1098, no. 6, p. 062041, Mar. 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1098/6/062041.
- [19] I. Nengah Sinarta, A. Rifa'i, T. F. Fathani, and W. Wilopo, "Landslide Hazard Due to Rainfall Intensity in The Caldera of Mount Batur, Bali," *WuicACE Sustainability, Design and Culture*, pp. 160–167, Oct. 2017.